



21 Aktenzeichen: 196 44 758.5
22 Anmeldetag: 29. 10. 96
43 Offenlegungstag: 30. 4. 98

- 71 Anmelder:
Alcatel SEL AG, 70435 Stuttgart, DE; Institut für
Mikrotechnik Mainz GmbH, 55129 Mainz, DE
- 74 Vertreter:
Pohl, H., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 70435 Stuttgart
- 72 Erfinder:
Ambrosy, Anton, Dr., 75233 Tiefenbronn, DE;
Kersten, Peter, Dr., 71287 Weissach, DE; Schneider,
Sigrun, Dipl.-Ing., 71732 Tamm, DE; Picard, Antoni,
Dr., 55270 Essenheim, DE; Reinhardt, Jörg,
Dipl.-Ing., 55116 Mainz, DE; Schulze, Jens,
Dipl.-Phys., 55116 Mainz, DE

- 56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

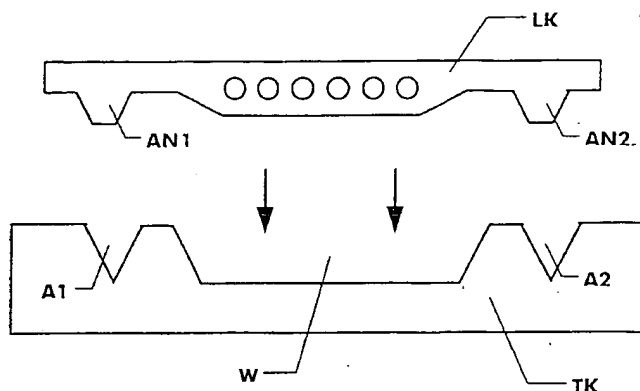
DE 40 12 080 A1
GB 22 19 414 A
US 54 32 878 A
US 53 37 392 A
US 55 21 763
EP 07 27 681 A2
EP 06 38 829 A1
EP 03 43 502 A2
WO 89 01 641 A1
JP 08-1 52 547 A

JP Patents Abstracts of Japan:
62-294208 A, P-710, May 31, 1988, Vol. 12, No. 185;
1-156709 A, P-934, Sept. 21, 1989, Vol. 13, No. 424;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Zentrieranordnung zum Positionieren von mikrostrukturierten Körpern

- 57 Die Erfindung betrifft eine Zentrieranordnung zum Positionieren mikrostrukturierter Körper, insbesondere von mikrooptischen Komponenten auf einem als Träger dienenden Substrat. Bekannt ist, mikrooptische Komponenten über Anschläge auf einem Silizium-Substrat zu positionieren. Die Anschläge sind als zur Substratoberfläche senkrechte Flächen ausgeführt. Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird der als Träger dienende Körper (TK) mit Ausnehmungen (A1, A2) versehen, die Flanken haben, die gegenüber der Oberfläche des Trägers geneigt sind. Der Körper, der darauf aufgesetzt werden soll, hat Ansätze (AN1, AN2), die paßgenau in die Ausnehmungen eingefügt werden können. Der Körper ist dadurch in allen drei Raumrichtungen gegenüber dem Träger in seiner Lage fixiert. Wenn der Körper nicht mit einem geeigneten Ansatz versehen werden kann, so wird ein Zwischenträger verwendet, der beispielsweise ein in LIGA-Technik hergestellter Kunststoffkörper ist. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, die Ansätze elastisch oder plastisch verformbar zu gestalten oder einen elastisch oder plastisch verformbaren Formstoff in die Ausnehmungen einzubringen, wodurch sich die Selbstzentriereigenschaften verbessern.



Die Erfindung betrifft eine Zentrieranordnung zum Positionieren von mikrostrukturierten Körpern nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In der Mikrotechnik stellt sich das Problem, einzelne bereits vorhandene Komponenten vor deren Befestigung exakt zueinander zu positionieren. Häufig, wie etwa in der Mikrooptik, liegen die zulässigen Toleranzen dabei im Mikrometer- oder sogar im Submikrometerbereich. Üblich sind bislang vornehmlich aktive Justierverfahren. Aktiv bedeutet in diesem Zusammenhang, daß die einzelnen Komponenten bei aktivem Betrieb des Systems oder Teilsystems in ihre endgültige Lage gebracht werden. Ein Beispiel hierfür ist die Ankopplung eines Halbleiterlasers an eine optische Faser. Die Faser wird hierbei solange verschoben, bis die Intensität des in der Faser geführten Lichts maximal wird. Aktive Justierverfahren sind schwer automatisierbar und daher teuer. Dies erschwert eine weitere Verbreitung mikrotechnischer Systeme.

In vielen Fällen ist eine aktive Justierung auch aus technischen Gründen nicht oder nur unter besonderen Schwierigkeiten durchführbar. Besonders dann, wenn viele Komponenten auf einer kleinen Fläche angeordnet werden sollen, ist häufig kein Platz vorhanden, um auf dieser Fläche noch Justierwerkzeuge zum mikrometergenauen Verschieben der Komponenten einzusetzen. Daher wird seit einiger Zeit versucht, eine passive Justierung der einzelnen Komponenten vorzunehmen. Bei passiv justierten Systemen haben die einzelnen Komponenten oder Teilsysteme so exakte Außenmaße oder exakt ausgeführte Anschlagskanten, daß man die Komponenten aneinander ansetzen oder ineinander einsetzen kann und sofort, das heißt ohne weitere aktive Justierungsschritte, ein optimaler Betrieb des Systems möglich ist.

Passive Justierungen scheitern in der Mikrotechnik bislang meist daran, daß die zu positionierenden Komponenten zu ungenau gefertigt sind. Ein einfaches An- oder Einsetzen von Komponenten ist daher bisher nur in einigen wenigen Spezialfällen gelungen. So können etwa zum Zwecke der Laser-Faser-Ankopplung Kugellinsen auf Silizium-Substraten in pyramidal geformte Ausnehmungen eingesetzt werden, welche mit Hilfe von anisotropen Ätzverfahren hergestellt worden sind. Die Kugellinsen berühren dabei die geätzten Ausnehmungen in lediglich vier Punkten. Aufgrund ihrer einfachen geometrischen Form lassen sich Kugellinsen kostengünstig sehr präzise herstellen. Durch Optimierung der Ätzverfahren sind inzwischen auch Ausnehmungen in Silizium herstellbar, die die für eine derartige passive Justierung erforderlichen Toleranzen von wenigen zehntel Mikrometern aufweisen.

Auch optische Fasern können auf Silizium-Substraten sehr genau positioniert werden, wenn sie in V-förmig geätzte Gräben eingelegt werden. Die optischen Fasern berühren die Gräben dabei nur entlang zweier Linien und nicht entlang einer Fläche.

In der EP 0 638 829 A1 ist ein Konzept zur Positionierung von optischen Komponenten auf einem (Silizium-)Substrat offenbart. Wie dort etwa in Fig. 74 skizziert, sind aus dem Substrat terrassenartige Ansätze herausgeätzt, auf die die zu positionierende Komponente aufgesetzt ist. Dadurch ist die Höhe der Komponente gegenüber der Substratoberfläche exakt definiert. Die seitliche Ausrichtung der Komponente erfolgt über Anschläge zu beiden Seiten der Komponente. Die Anschläge sind als Flächen ausgeführt, die senkrecht zur Substratoberfläche angeordnet sind. Zwischen den Anschlägen und der einzusetzenden Komponente muß eine Spieelpassung bestehen, damit die Komponente

noch eingesetzt werden kann. Da das Einsetzen der Komponente in den Spalt zwischen den beiden Anschlägen schwierig ist, wird als Alternative vorgeschlagen, die Komponente mittels Flip-Chip-Bonds lateral zu justieren. Beim Flip-Chip-Bonding sind allerdings zusätzliche Prozessschritte erforderlich; außerdem können nicht alle Komponenten mit Hilfe dieser Technik befestigt werden.

In der WP 89/01641 ist ein lösbarer Mehrfach-Spleißverbinder für Lichtwellenleiter offenbart, bei dem mehrere Silizium-Träger über ebenfalls aus Silizium hergestellte Führungsleisten zueinander positioniert werden. Die Silizium-Träger haben eine Nut, in die die Führungsleiste eingelegt wird. Dadurch lassen sich mehrere Träger zueinander fluchtend anordnen. Da die Führungsleiste in der Nut über Flanken geführt wird, ist die erzielbare Genauigkeit im Prinzip sehr hoch. Allerdings können, wenn die Flanken großflächig oder lang sind, Fehlpassungen auftreten, die eine aktive Nachjustierung erforderlich machen. Mit dieser Technik können jedoch lediglich Silizium-Komponenten zueinander ausgerichtet werden, und dies auch nur in bestimmten Richtungen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung anzugeben, mit deren Hilfe mikrotechnisch hergestellte Komponenten in beliebiger Weise zueinander positioniert werden können. Die Anordnung soll selbstzentrierend sein, d. h. wenn eine Komponente auf die andere aufgesetzt wird, sollen beide Komponenten von selbst ihre endgültige Lage einnehmen. Es sollen allenfalls solche Verschiebungen der beiden Komponenten zueinander möglich sein, die sich auf die Funktion der Baugruppe nicht oder nur wenig auswirken. Die Anordnung soll aktive Justierungsschritte bei der Positionierung der Komponenten überflüssig machen oder zumindest auf ein Minimum beschränken.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit Hilfe der in Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Wesentlich für die Erfindung ist, einen ersten als Träger verwendeten mikrostrukturierten Körper und einen zweiten darauf aufgesetzten mikrostrukturierten Körper mit Ausnehmungen und Ansätzen zu versehen, die so ineinander passen, daß eine Führung über Flanken erzielt wird. Die Flanken sind zur Oberfläche des ersten als Träger verwendeten Körpers geneigt. Bei geeigneter Anordnung der Ausnehmungen und Ansätze zentrieren sich beide Körper selbst zueinander, wenn die Ansätze des einen Körpers in die entsprechenden Ausnehmungen des anderen Körpers eingesetzt werden. Diese Lösung hat deutliche Vorteile gegenüber bekannten Lösungen, bei denen eine Komponente auf einem Träger über einen oder mehrere zur Oberfläche des Trägers senkrechte Anschläge in seiner Lage fixiert wird. So müssen bestimmte aufzusetzende Komponenten bei senkrecht ausgeführten Anschlägen zusätzlich in der Höhe fixiert werden, etwa mittels terrassenartigen Ansätzen, die auf der Oberfläche des als Träger dienenden Körpers aus der Oberfläche herausgeätzt werden. Bei der erfindungsgemäßen Zentrieranordnung wird über die geeigneten Flanken die aufzusetzende Komponente nicht nur in lateraler, sondern auch in vertikaler Richtung bezüglich der Oberfläche des tragenden Körpers fixiert.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß das Einsetzen einer mit einem Ansatz versehenen Komponente in eine Ausnehmung, die geneigte Flächen hat, wesentlich einfacher ist, als wenn die Komponente etwa in einen schmalen, beispielsweise durch Tiefätzen erzeugten Spalt eingesetzt werden muß. Darüber hinaus ist die Herstellung von Flächen, die exakt senkrecht zur Oberfläche des tragenden Körpers stehen, nach wie vor äußerst schwierig, so daß der Anschlag über senkrechte Flächen zwar konzeptmäßig einfach erscheint, in der Praxis jedoch vielfältige Probleme aufwirft.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Ansätze so ausgeführt, daß sie beim Einsetzen in die entsprechenden Ausnehmungen plastisch oder elastisch nachgeben. Dadurch können geringe Fehlpassungen, die je nach Herstellungsverfahren unvermeidbar sind, ausgeglichen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird zwischen die Ansätze und die Ausnehmungen ein elastisch oder plastisch verformbarer Formstoff eingebracht. Durch diesen Formstoff werden die Selbstzentriereigenschaften der Anordnung weiter verbessert.

In einer weiteren vorteilhaften konkreten Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei einem der Körper um ein Silizium-Substrat, in das pyramiden- oder V-förmige Ausnehmungen hineingeätzt sind. Der andere Körper ist eine mittels LIGA-Technik bearbeitete Kunststoffplatte, welche auf ihrer Unterseite keilförmige Ansätze hat, die in die entsprechenden Vertiefungen im Silizium-Substrat passen. Das Kunststoffteil besitzt auf seiner Oberseite Haltestrukturen, die weitere Komponenten wie Linsen, optische Fasern, Laserriegel oder Führungsstifte für Steckersysteme aufnehmen. Das Kunststoffteil fungiert hier als ein Zwischenträger, der es erlaubt, auch solche Komponenten auf einem Silizium-Träger exakt zu positionieren, die aufgrund ihrer Geometrie nicht oder nur schwer in die durch Ätzen erzeugbaren Vertiefungen eingesetzt werden können.

Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele für die Erfindung sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele und der Zeichnungen eingehend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Einen Linsenkörper in perspektivischer Darstellung, der mit erfindungsgemäßen Ansätzen versehen ist,

Fig. 2 Einen Trägerkörper mit Ausnehmungen zur Aufnahme eines Linsenkörpers in vereinfachter perspektivischer Darstellung (anderer Maßstab als **Fig. 1**),

Fig. 3 Schnitt durch einen erfindungsgemäß ausgestalteten Linsenkörper und einen Trägerkörper vor dem Zusammenbau,

Fig. 4 Schnitt durch einen erfindungsgemäß ausgestalteten Linsenkörper und einen Trägerkörper nach dem Zusammenbau,

Fig. 5 Schnitt durch einen anderen erfindungsgemäß ausgestalteten Linsenkörper und einen Trägerkörper nach dem Zusammenbau,

Fig. 6a Detailzeichnung eines besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiels der Erfindung nach Anspruch 3, Zustand vor Zusammenbau,

Fig. 6b Detailzeichnung eines besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiels der Erfindung nach Anspruch 3, Zustand nach Zusammenbau,

Fig. 7a Detailzeichnung eines besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiels der Erfindung nach Anspruch 5,

Fig. 7b Schnitt durch ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Anspruch 5 und 6,

Fig. 8 Detailzeichnung eines besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiels der Erfindung nach Anspruch 2 und 5,

Fig. 9 Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel nach Anspruch 10,

Fig. 10a Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel nach Anspruch 3, vor dem Zusammenbau,

Fig. 10b Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel nach Anspruch 3, nach dem Zusammenbau.

Fig. 1 und **Fig. 2** zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. In **Fig. 1** ist ein Linsenkörper dargestellt, der speziell für die Ankopplung von Laserriegeln an Lichtwellenleiter entwickelt ist. Der Linsenkörper hat Löcher LH, in die Mikrolinsen eingesetzt sind. Alternativ dazu können die

Linsen direkt aus dem Linsenkörper LK herausgearbeitet sein. Wesentlich für den Linsenkörper LK ist, daß er mit zwei Ansätzen AN1 und AN2 versehen ist. Die Ansätze sind in diesem Ausführungsbeispiel keilförmig ausgeführt.

Der Linsenkörper besteht hier aus einem Kunststoff und ist in LIGA-Technik gefertigt. Mit dieser Technik lassen sich Körper herstellen, deren Toleranzen weniger als ein Mikrometer betragen. Es können auch andere in der Mikroelektronik bekannte Verfahren verwendet werden, um den Linsenkörper mit einer vergleichbaren Präzision herzustellen. Eine Abwandlung der LIGA-Technik, die man als MIGA-Technik bezeichnet, ist in einem Aufsatz von R. Müller-Fiedler et al. mit dem Titel "Optoelektronische Mikrosysteme", Bosch Technische Berichte, 1994, Heft 56, S. 11-26, ausführlich beschrieben. Den meisten dieser mikrotechnischen Verfahren ist gemein, daß die Abmaße des herzustellenden Körpers mit lithographischen Methoden festgelegt werden. Es sind aber auch Verfahren bekannt, bei denen ohne Lithographieschritt die Körper mit Mikrofräsen oder Mikrobohrern bearbeitet werden.

Der Linsenkörper LK ist dafür bestimmt, in den in **Fig. 2** dargestellten Trägerkörper TK eingesetzt zu werden. Der Trägerkörper ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Silizium-Substrat. Auf dem Trägerkörper ist ein Laserriegel LR mit Flip-Chip-Bonds befestigt. Außerdem ist eine Anzahl von optischen Wellenleiterabschnitten WL auf die Oberfläche des Trägerkörpers TK aufgebracht. An die Stelle der optischen Wellenleiter können auch optische Fasern treten, die in V-förmig geätzten Gräben geführt werden. Der Trägerkörper TK ist mit zwei Ausnehmungen A1 und A2 versehen. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich um V-förmige Vertiefungen, die anisotrop in ein Silizium-Substrat geätzt sind. Der Ätzprozeß wird vorzugsweise in zwei Stufen unterteilt, wie dies z. B. in einem Aufsatz von A. Ambrosy et al. mit dem Titel "Silicon Motherboards for Multichannel Optical Modules", IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology - Part A, Vol. 19, NO. 1, Seiten 34-40, ausführlich beschrieben wird.

Bei dem in **Fig. 1** und **Fig. 2** skizzierten Ausführungsbeispiel sind die Ansätze AN1 und AN2 im Linsenkörper so gestaltet, daß sie sich paßgenau in die Ausnehmungen A1 und A2 einsetzen lassen. Nach dem Einsetzen fügen sich die jeweils vier Flanken der Ansätze AN1 und AN2 so an die Flanken der Ausnehmungen A1 und A2 an, daß keinerlei Spalte zwischen den Flanken der Ansätze und den Flanken der Ausnehmungen entstehen. Dadurch werden die beiden Körper in einer fest definierten Lage zueinander positioniert. Durch diese Anordnung zentrieren sich beim Einsetzen folglich beide Körper selbst zueinander; eine Nachjustierung ist hier nicht erforderlich. Nach dem Einsetzen ist der Linsenkörper LK so vor dem Laserriegel LR angeordnet, daß aus dem Laserriegel LR emittiertes Licht durch die im Linsenkörper LK enthaltenen oder angeformten Linsen auf die Eintrittsöffnungen der Wellenleiterenden WL fokussiert wird. Die hiermit erzielbaren Koppelwirkungsgrade sind deutlich höher als bei bekannten Lösungen, bei denen die Enden der optischen Fasern abgerundet werden, um eine Linsenwirkung zu erzielen.

Alternativ können die Ausnehmungen A1 und A2 so in Längsrichtung verlängert werden, daß der Linsenkörper LK in dieser Richtung, d. h. zwischen dem Laserriegel LR und den Wellenleiterabschnitten WL, verschiebbar ist. Eine derartige Verschiebung wirkt sich kaum auf den Koppelwirkungsgrad aus, hat jedoch den Vorteil, daß die Anforderungen an die Paßgenauigkeit reduziert werden.

In **Fig. 3** und **Fig. 4** ist der Vorgang des Einsetzens noch einmal in einem schematischen Schnitt dargestellt. Die Ansätze A1 und A2 sind hier nicht keil-, sondern trapezförmig aus-

geführt. Eine trapezförmige Geometrie kann etwa dann vorteilhaft sein, wenn das Material, aus dem der Linsenkörper besteht, spröde ist. In diesem Fall kann bei keilförmigen Ansätzen die den Abschluß des Keils bildende dünne Kante leicht brechen. In dieser seitlichen Darstellung ist gut zu erkennen, daß der Trägerkörper TK neben den Ausnehmungen A1 und A2 noch eine wannenförmige Ausnehmung W enthält. Der Linsenkörper LK ragt teilweise in diese wannenförmige Ausnehmung W hinein. Damit wird erreicht, daß die optischen Achsen der Linsen im Linsenkörper LK knapp über der Oberfläche des Trägerkörpers verlaufen. In dieser Höhe befinden sich üblicherweise auch die Austrittsöffnungen der Halbleiterlaser und die Eintrittsöffnungen der optischen Wellenleiter. Ohne eine Absenkung der Linsen auf diese Höhe müßten sowohl die optischen Wellenleiter als auch der Laserriegel erhöht angeordnet werden, was mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden wäre.

In einem anderen, in Fig. 5 in einem seitlichen Schnitt dargestellten vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird der Linsenkörper LK nur über zwei Flanken lateral und vertikal zentriert. Die Ausnehmungen A1 und A2 sind mit der wannenförmigen Ausnehmung W zusammengefaßt. Entscheidend ist, daß die beiden Flanken der wannenförmigen Ausnehmung einen genau definierten Abstand voneinander haben und im gleichen Winkel geneigt sind, wie die außenliegenden Flanken der beiden Ansätze AN1 und AN2. Durch diese Anordnung ist der Linsenkörper sowohl lateral als auch vertikal in seiner Lage genau fixiert. Über einen Anschlag kann der Linsenkörper auch in Längsrichtung, d. h. senkrecht zur Schnittebene, positioniert werden.

In einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel sind die Ansätze so gestaltet, daß sie sich beim Einsetzen in die Ausnehmungen elastisch oder plastisch verformen. Dadurch kann auch bei geringen Paßungenauigkeiten eine Führung über Flächen gewährleistet werden. Dies ist schematisch in Fig. 6a und 6b skizziert. Der Ansatz des Körpers K2 besteht aus zwei keilförmigen Zungen Z1 und Z2. Die Zungen können sich, sofern das Material des Körpers K2 dies zuläßt, in Richtung der in Fig. 6a abgebildeten Pfeile P bewegen. Wenn der aus den beiden Zungen gebildete Ansatz in die Ausnehmung A eingeführt wird, so üben die starren Flanken der Ausnehmung A auf die Zungen Kräfte aus, so daß die Zungen nach innen nachgeben. Wenn das Material des Körpers K2 elastisch ist, so drücken in der endgültigen Lage des Körpers K2 zum Körper K1 die Zungen Z1 und Z2 gegen die Flanken der Ausnehmung A. Aufgrund dieses Druckes, der auch in der endgültigen Lage aufrechterhalten wird, ist ein besonders enger Kontakt zwischen den Flächen sichergestellt.

Die Elastizität der Ansätze des Körpers K2 führt jedoch nicht nur zu einem spielfreiem Sitz, sondern verbessert auch die Selbstzentriereigenschaften der Anordnung. Gleiches gilt, wenn nicht die Ansätze, sondern die Ausnehmungen elastisch sind. Für diesen Fall sei die Selbstzentrierung anhand des in Fig. 9 dargestellten und weiter unten eingehender beschriebenen Ausführungsbeispiels der Erfindung erläutert. Auf ein Silizium-Substrat K1 ist in erfindungsgemäßer Weise ein Zwischenträger K2 aufgesetzt. Der Zwischenträger K2 ist mit Ausnehmungen versehen, in die optische Fasern FAS1 und FAS2 eingelegt werden. Der Zwischenträger K2 besteht aus einem elastischem Material, welches bei Einlegen der optischen Fasern nachgibt. Die optische Faser FAS1 paßt formschlüssig in die entsprechend geformte Ausnehmung des Körpers K2. Die optische Faser FAS2 hat hier aufgrund von Fertigungstoleranzen einen größeren Durchmesser als die optische Faser FAS1. Da optische Fasern üblicherweise hart sind, würde sich bei einem harten Zwischenträger K2 die optische Faser FAS1 nicht in die Aus-

nehmung einfügen lassen. Selbst wenn der Einfügevorgang gelänge, so wäre doch eine exakte Positionierung nicht gewährleistet.

Besteht jedoch der Zwischenträger K2 erfindungsgemäß aus einem elastischen Material, so gibt das Material bei Einsetzen der optischen Fasern FAS2 in Richtung der in Fig. 9 eingezeichneten Pfeile nach. Der sich einstellende Druckausgleich führt dazu, daß die optische Faser FAS2 sich selbst zentriert, das heißt die Achse der optischen Faser wird genau in der gewünschten Position fixiert. Diese Art der Selbstzentrierung tritt auch bei anderen Körpern auf, sofern die Ausnehmungen eine symmetrische Form haben.

Besteht der Körper K2 aus einem plastisch verformbaren Material, so wird kein dauerhafter Druck von den Zungen auf die Flanken der Ausnehmung ausgeübt. In diesem Fall passen sich die Zungen genau der Form der Ausnehmung an, wodurch sich u. U. auch größere Herstellungstoleranzen ausgleichen lassen.

Um ein Nachgeben der Ansätze zu ermöglichen, können diese wie in Fig. 6a und 6b dargestellt als Doppelzunge ausgebildet werden. Welche Form für die Ansätze im Einzelfall besonders günstig ist, um ein Nachgeben zu ermöglichen, hängt vor allem vom Material des die Ansätze tragenden Körpers ab. Bei sehr elastischen Materialien ist u. U. keine besondere Gestaltung erforderlich. Bei weniger elastischen Materialien sollten die Ansätze besonders filigran sein, um ein Nachgeben zu ermöglichen.

Wenn die Ansätze oder Ausnehmungen so ausgeführt sind, daß sie beim Einsetzen der Ansätze in die Ausnehmungen elastisch oder plastisch nachgeben, dann kann die Gestalt der Ansätze und der entsprechenden Ausnehmungen so gewählt werden, daß erst nach der Verformung eine Zentrierung über geneigte Ebene oder gekrümmte Flächen erfolgt. Fig. 10a zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem ein erster Körper K1 eine Ausnehmung A mit keilförmigen Querschnitt hat. Ein zweiter darauf aufgesetzter Körper K2 hat einen Ansatz AN, der einen halbkreisförmigen Querschnitt hat. Wenn, wie in Fig. 10b dargestellt, der Ansatz AN in die Ausnehmung A eingeführt ist, so gibt der elastische oder plastische Ansatz AN des Körpers K2 nach. Dadurch berührt der Ansatz die Ausnehmung nicht entlang einer Linie, sondern im Bereich einer schrägen Fläche.

Ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel sieht vor, in die Ausnehmungen einen elastisch oder plastisch verformbaren Formstoff, etwa ein Polymer, einzubringen. Dies hat vor allem zwei Vorteile. Zum einen füllt der Formstoff durch Fertigungstoleranzen auftretende Spalte auf, so daß ein spielfreier Sitz sichergestellt ist. Vor allem jedoch unterstützt dieser Formstoff die Selbstzentriereigenschaften erheblich, sofern die Ausnehmungen symmetrisch geformt sind. Wenn der Spalt zwischen den beiden Körpern schmal genug ist, so hat ein flüssiger oder zähflüssiger Stoff, der in diesen Spalt eingebracht wird, das Bestreben, sich in einer möglichst gleichmäßig dünnen Schicht in diesem Spalt zu verteilen. Dieser vermutlich auf Oberflächenspannungen zurückgehende Effekt ist auch aus Anwendungen in anderen Bereichen der Technik bekannt.

Schematisch ist dieser Selbstzentrierungsvorgang in Fig. 7a dargestellt. Ein Ansatz AN eines Körpers K2 ragt in eine symmetrische Ausnehmung eines Körpers K1. Der vor dem Einsetzen in die Ausnehmung eingebrachte Formstoff FS wird vom hineinragenden Ansatz AN teilweise so verdrängt, daß sich ein dünner Film zwischen Ausnehmung und Ansatz AN ausgebildet. Da der Film eine gleichmäßige Dicke anzunehmen bestrebt ist, wird, wie in Fig. 7a erkennbar, der Ansatz sehr genau gegenüber der Ausnehmung zentriert. Ebenso ist es möglich, die Ansätze mit einem Film zu überziehen, der die gewünschten elastischen oder plastischen Ei-

genschaften hat. Besonders vorteilhaft kann ein Klebstoff als Formstoff verwendet werden. Der Klebstoff hat im flüssigen Zustand plastische oder auch elastische Eigenschaften und unterstützt somit die Selbstzentrierung.

Im folgenden werden weitere Varianten der Erfindung beschrieben, die die breiten Anwendungsmöglichkeiten und vielfältigen Vorteile der Erfindung belegen. So kann die erfindungsgemäße Ausrichtung der Körper über geneigte Flanken auch nur dazu dienen, den aufzusetzenden gegenüber dem tragenden Körper in lateraler, d. h. parallel zu Oberfläche des tragenden Körpers, zu fixieren. Die Festlegung der vertikalen Position kann dann über geeignet ausgebildete Anschläge erfolgen. In Fig. 7b ist das in Fig. 7a dargestellte Ausführungsbeispiel noch einmal in der Übersicht skizziert. Die Ansätze AN1 und AN2 ragen in die entsprechenden Ausnehmungen des tragenden Körpers K1 hinein. Da hier ebenfalls ein Formstoff zwischen die Ansätze und die Ausnehmungen eingebracht ist, liegt der Körper K2 zunächst nicht fest auf dem Körper K1 auf, so daß die vertikale Lage der Körper zueinander nicht exakt bestimmt ist. Um auch die vertikale Ausrichtung exakt zu definieren, ist der Körper K2 mit zwei Anschlägen ANS1 und ANS2 versehen. Diese Anschläge liegen auf dem Körper K1 auf. Dadurch ist der Abstand der beiden Körper voneinander exakt festgelegt. Aufgrund der symmetrischen Anordnung der Ansätze bzw. Ausnehmungen wird bei diesem Ausführungsbeispiel erreicht, daß selbst bei größeren Fertigungstoleranzen der aufgesetzte Körper K2 exakt zum Träger-Körper K1 zentriert wird.

Je nach Material der Körper und der zur Bearbeitung eingesetzten Technik kann es sinnvoll sein, die Ansätze und Ausnehmungen der Körper nicht mit ebenen, sondern mit gekrümmten Flächen zu versehen. Bei Keramiken lassen sich beispielsweise mittels Mikrofräsen Ausnehmungen erzeugen, die die Form eines Kugelabschnitts haben. Dies ist in Fig. 8 in einem seitlichen Schnitt dargestellt. Der andere Körper kann, wie hier gezeigt, in der oben erläuterten Weise mit einem Anschlag versehen sein. Möglich ist aber auch, in diese Ausnehmung eine Kugellinse einzulegen.

Denkbar ist auch, daß der tragende Körper nicht mit Ausnehmungen, sondern mit Ansätzen versehen ist. Der aufgesetzte Körper hat dementsprechend keine Ansätze, sondern Ausnehmungen. Möglich ist auch, daß ein Körper sowohl Ansätze als auch Ausnehmungen hat.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, auf einem stabilen Träger, etwa aus Silizium oder aus einer Keramik, einen Zwischenträger auf die erfindungsgemäße Weise zu befestigen. Die Unterseite des Zwischenträgers ist zu diesem Zweck mit erfindungsgemäßen Ansätzen versehen. Auf der Oberseite des Zwischenträgers befinden sich Positionierstrukturen, die der lagegenauen Anordnung weiterer Komponenten dienen. Bei diesen weiteren Komponenten kann es sich beispielsweise um optische, elektrische oder fluidische Mikrostrukturen handeln. Fig. 9 zeigt einen Zwischenträger K2, der auf einen Träger K1 aufgesetzt ist. Auf der Oberseite des Zwischenträgers sind Ausnehmungen vorhanden, die in diesem Beispiel optische Fasern FAS1 und FAS2 aufnehmen. Der Zwischenträger fungiert somit als eine Art Montageplattform für weitere Komponenten.

Der Zwischenträger erlaubt es, auch solche Komponenten präzise zueinander anzuordnen, die sich ansonsten auf üblichen Halbleiter- oder Keramikträgern nicht oder nur schwer positionieren und befestigen lassen. Wenn z. B. quaderförmige Komponenten passiv justiert werden sollen, so sollten zweckmäßigerweise die korrespondierenden Ausnehmungen im Träger ebenfalls quaderförmig sein. Derartige quaderförmige Ausnehmungen sind in den üblichen Trägern je-

doch nicht mit der für eine passive Justierung notwendigen Präzision herstellbar. Mit dem Einfügen eines Zwischenträgers können auch quaderförmige Komponenten zuverlässig und hochgenau positioniert werden, da die Herstellung quaderförmiger Ausnehmungen beispielsweise in Kunststoff mittels LIGA-oder dazu verwandten Techniken möglich ist.

Ebenso ist es möglich, auf einen Träger aus einem Halbleiter oder einer Keramik gänzlich zu verzichten und statt dessen nur einen mikrostrukturierbaren Träger aus Kunststoff oder Glas als Träger zu verwenden. Bei der Befestigung der Komponenten auf diesem Träger kann auf das erfindungsgemäße Zentrierprinzip zurückgegriffen werden.

Patentansprüche

1. Anordnung, bestehend aus einem ersten (TK in Fig. 1 bis 5; K1 in Fig. 6 bis 9) und einem zweiten Körper (LK in Fig. 1 bis 5; K2 in Fig. 6 bis 9), die jeweils Herstellungstoleranzen kleiner als drei Mikrometer haben, bei der

- der erste Körper (TK, K1) ein Träger ist, der aus Silizium oder einer Keramik besteht und der eine im wesentlichen ebene Oberfläche hat,
- und der zweite Körper (LK, K2) aus Glas oder aus Kunststoff oder aus Metall oder aus einer Keramik besteht und auf der Oberfläche des ersten Körpers aufliegt
- und einer der beiden Körper eine Ausnehmung (A, A1, A2) hat und
- der andere der beiden Körper einen Ansatz hat (AN, AN1, AN2) und
- der Ansatz (AN, AN1, AN2) des einen Körpers in die Ausnehmung (A, A1, A2) im anderen Körper hineinragt, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Ansatz (AN, AN1, AN2) des einen Körpers und die Ausnehmung (A, A1, A2) im anderen Körper wenigstens im Bereich einer ebenen Fläche berühren, die schräg zur Oberfläche des tragenden Körpers angeordnet ist.

2. Anordnung, bestehend aus einem ersten (K1 in Fig. 8) und einem zweiten Körper (K2 in Fig. 8), die jeweils Herstellungstoleranzen kleiner als drei Mikrometer haben, bei der

- der erste Körper (K1) ein Träger ist, der aus Silizium oder einer Keramik besteht und der eine im wesentlichen ebene Oberfläche hat,
- und der zweite Körper (K2) aus Glas oder aus Kunststoff oder aus Metall oder aus einer Keramik besteht und auf der Oberfläche des ersten Körpers aufliegt
- und einer der beiden Körper eine Ausnehmung hat und
- der andere der beiden Körper einen Ansatz (AN in Fig. 8) hat und
- der Ansatz (AN) des einen Körpers in die Ausnehmung im anderen Körpers hineinragt, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Ansatz (AN) und die Ausnehmung wenigstens im Bereich einer gekrümmten Fläche berühren.

3. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansatz (Z1, Z2 in Fig. 6a) des einen Körpers (K1 in Fig. 6a) elastisch oder plastisch verformbar ist, so daß er bei Einsetzen in die Ausnehmung (A in Fig. 6a) des anderen Körpers (K2) nachgibt.

4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausneh-

- mung des einen Körpers elastisch oder plastisch verformbar ist, so daß sie nachgibt, wenn der Ansatz des anderen Körpers in die Ausnehmung eingesetzt wird.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Ausnehmung im einen Körper (K1 in Fig. 7a, 7b, 8) und dem Ansatz (AN in Fig. 7a, 8, AN1, AN2 in Fig. 7b) des anderen Körpers ein Formstoff (FS) ist, der zumindest beim Einsetzen des Ansatzes in die Ausnehmung elastisch oder plastisch verformbar ist. 10
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der beiden Körper voneinander durch einen Anschlag (ANS1, ANS2 in Fig. 7b) definiert ist, der nicht elastisch oder plastisch verformbar ist. 15
7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansatz (AN1, AN2 in Fig. 1) des einen Körpers (LK) eine annähernd keilförmige Gestalt und die Ausnehmung (A1, A2 in Fig. 2) im anderen Körper (TK) eine annähernd V-förmige Gestalt hat. 20
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Körper aus Silizium besteht und dieser Körper eine Ausnehmung hat, die durch anisotropes Ätzen erzeugt ist. 25
9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Körper (LK in Fig. 1) aus Kunststoff oder photostrukturierbarem Glas besteht und wenigstens eine gekrümmte Fläche (LH in Fig. 1) hat, so daß dieser Körper (LK) für einen durch diese gekrümmte Fläche (LH) hindurchtretenden Lichtstrahl als Linse wirkt. 30
10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem zweiten Körper (K2 in Fig. 9) wenigstens ein dritter Körper (FAS1, FAS2) mit optischer oder mechanischer oder elektrischer Funktion lösbar oder unlösbar befestigt ist. 35
11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der beiden Körper mehrere Ansätze und/oder Ausnehmungen hat. 40

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

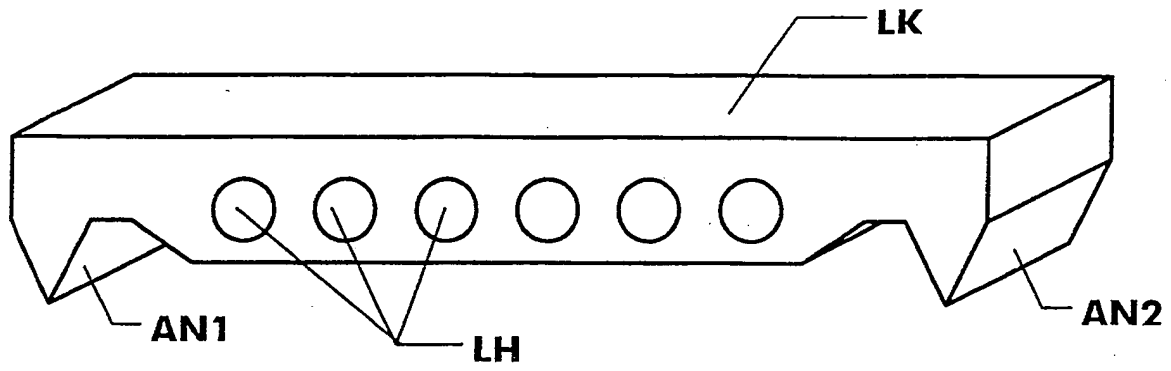


Fig. 1

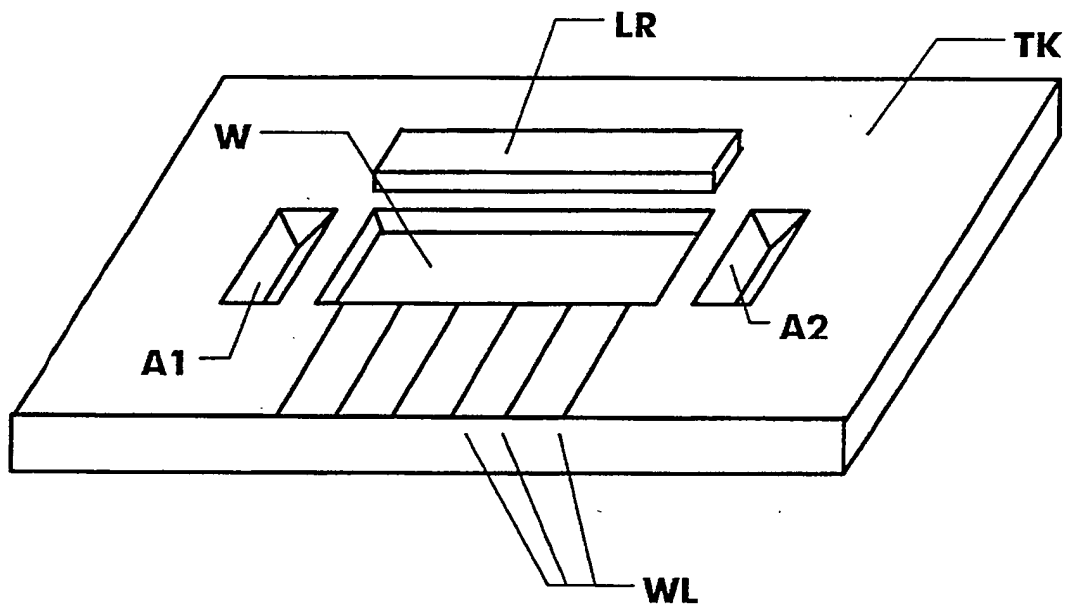


Fig. 2

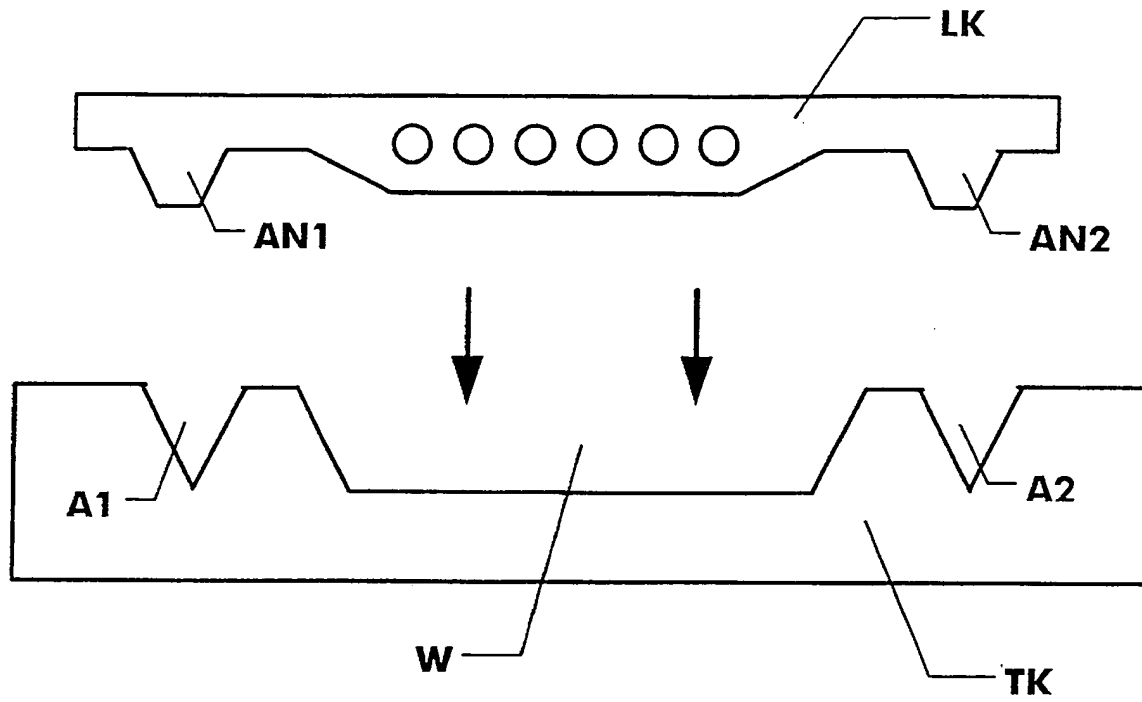


Fig. 3

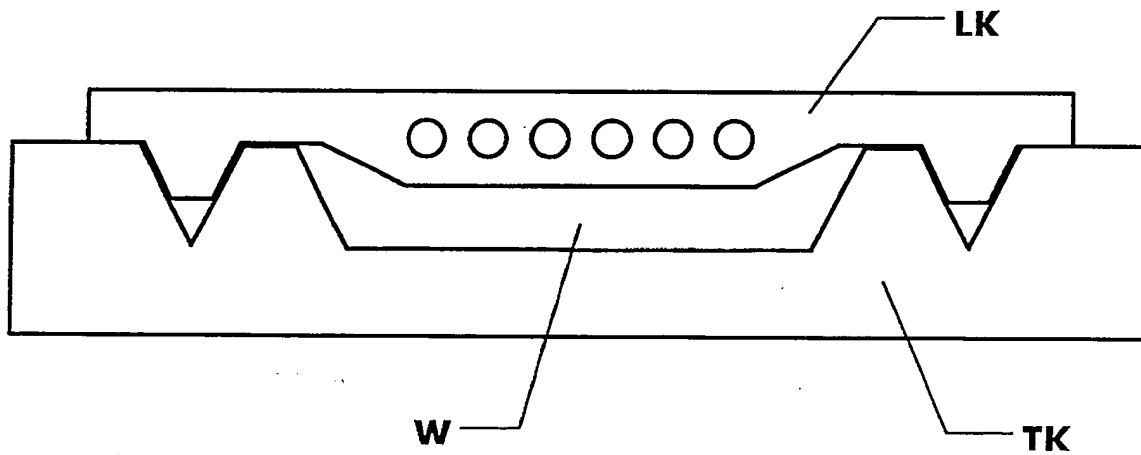


Fig. 4

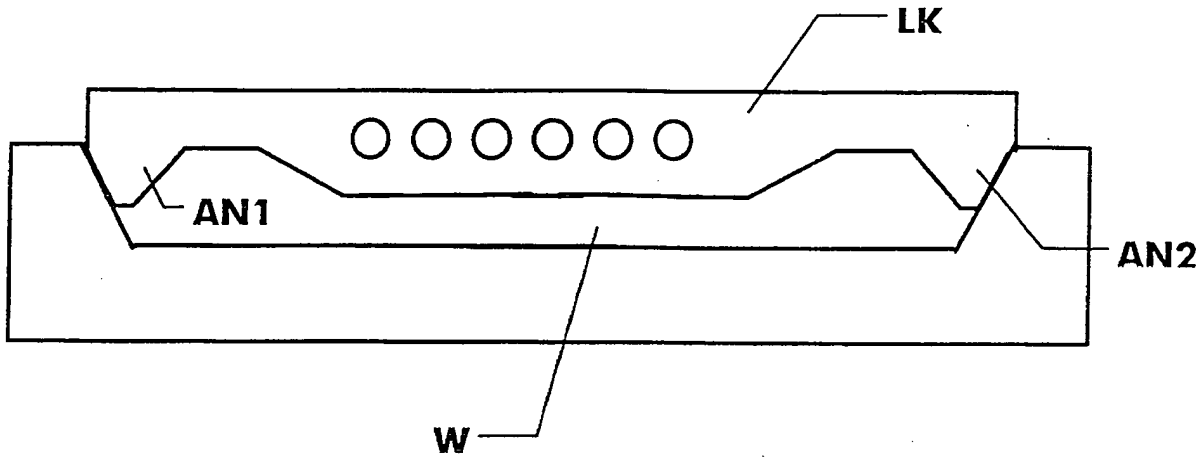


Fig. 5

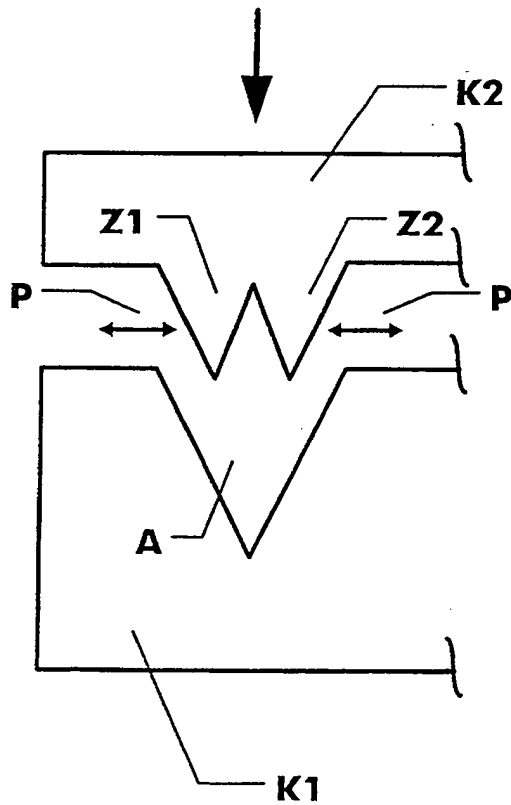


Fig. 6a

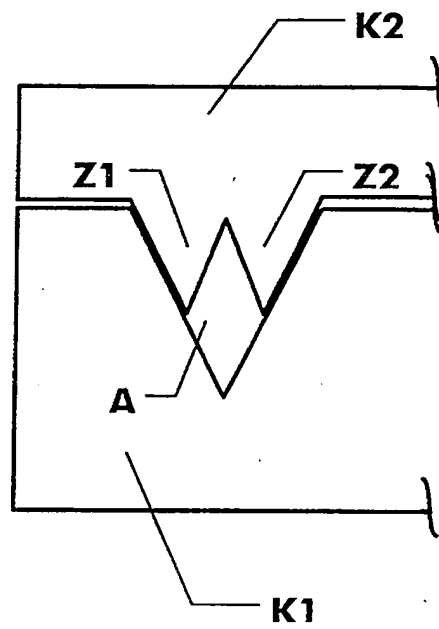


Fig. 6b

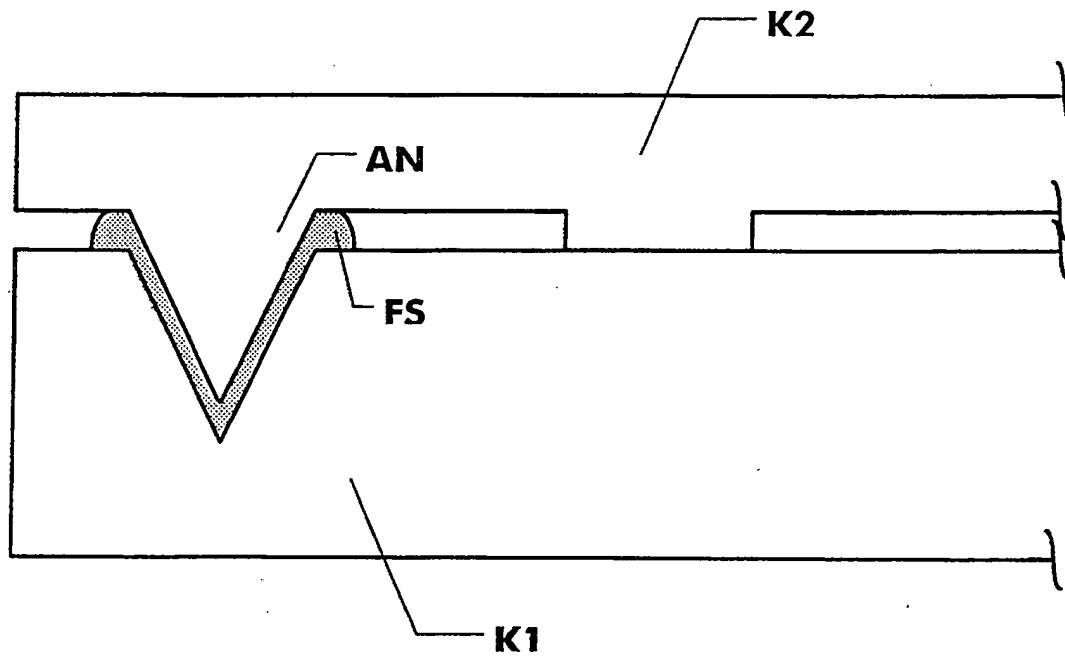


Fig. 7a

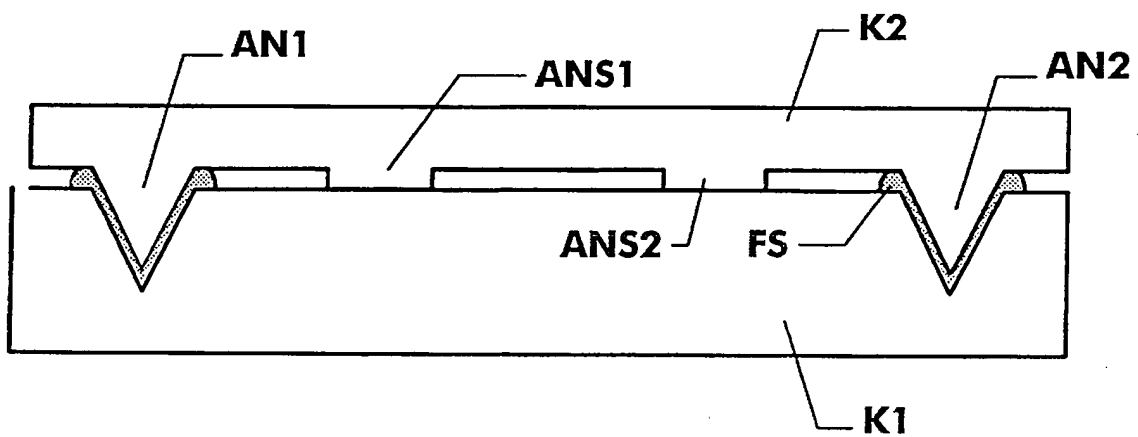


Fig. 7b

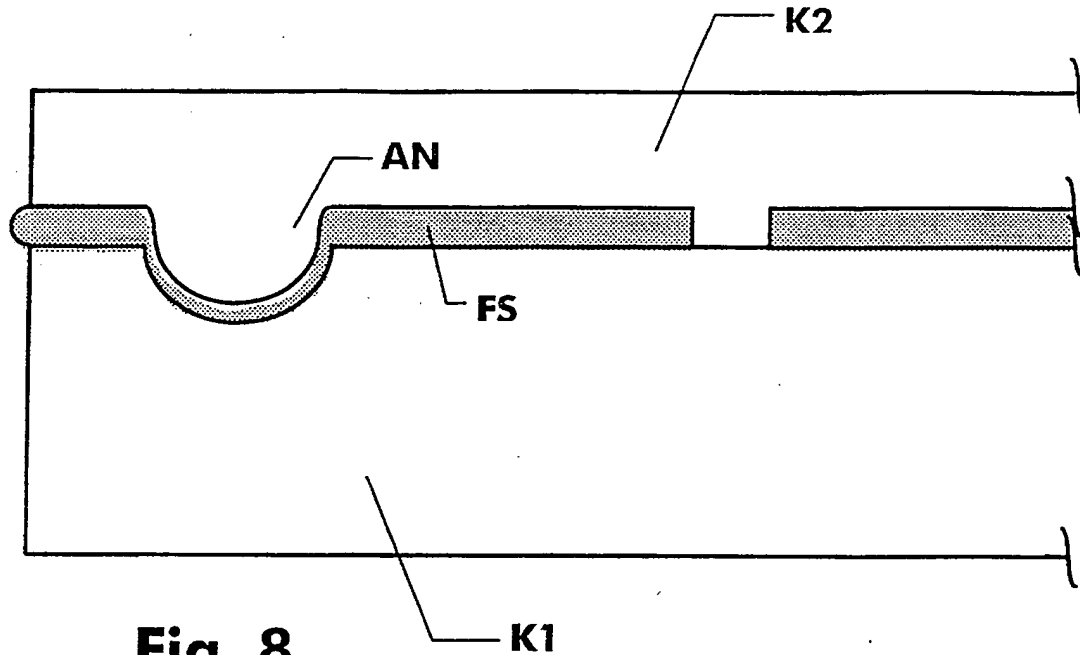


Fig. 8

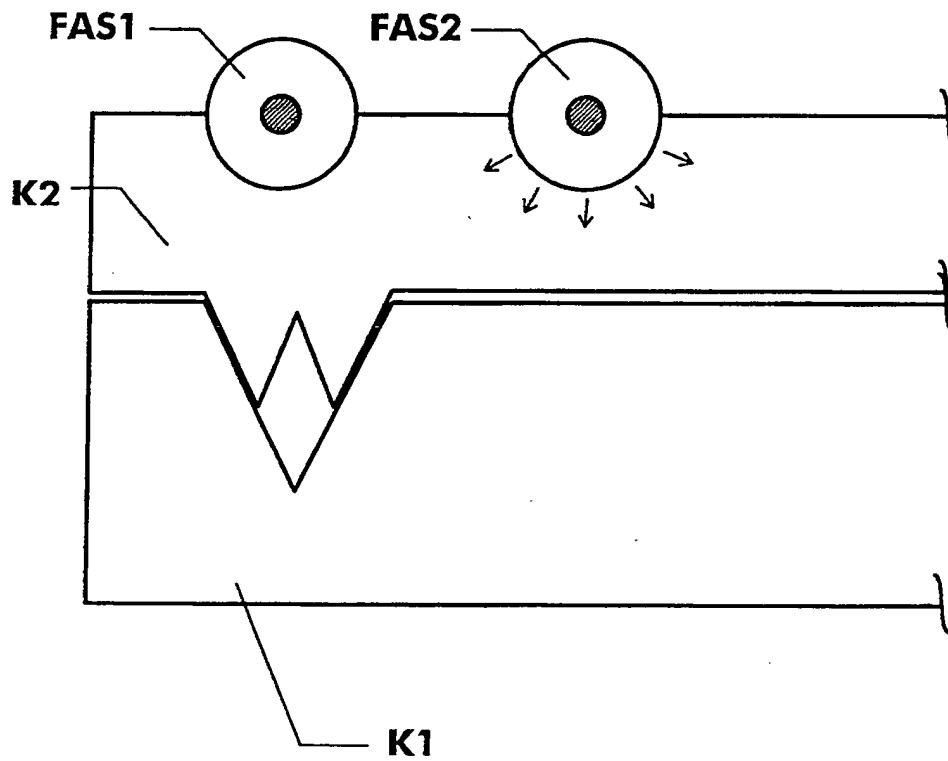


Fig. 9

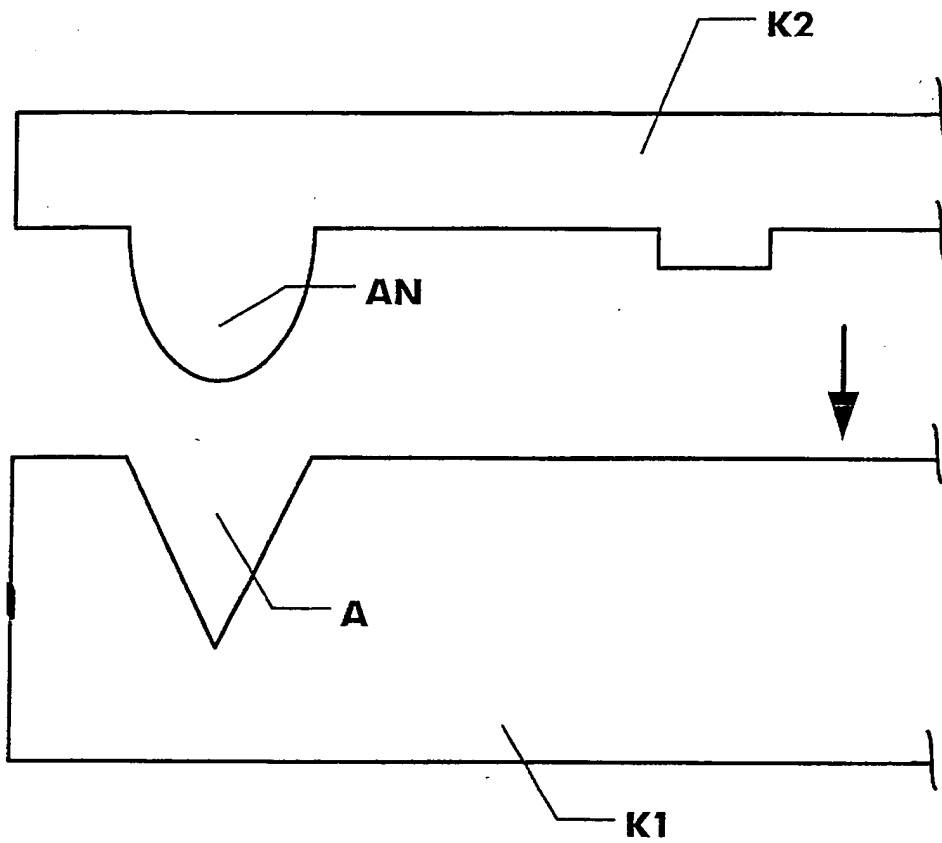


Fig. 10a

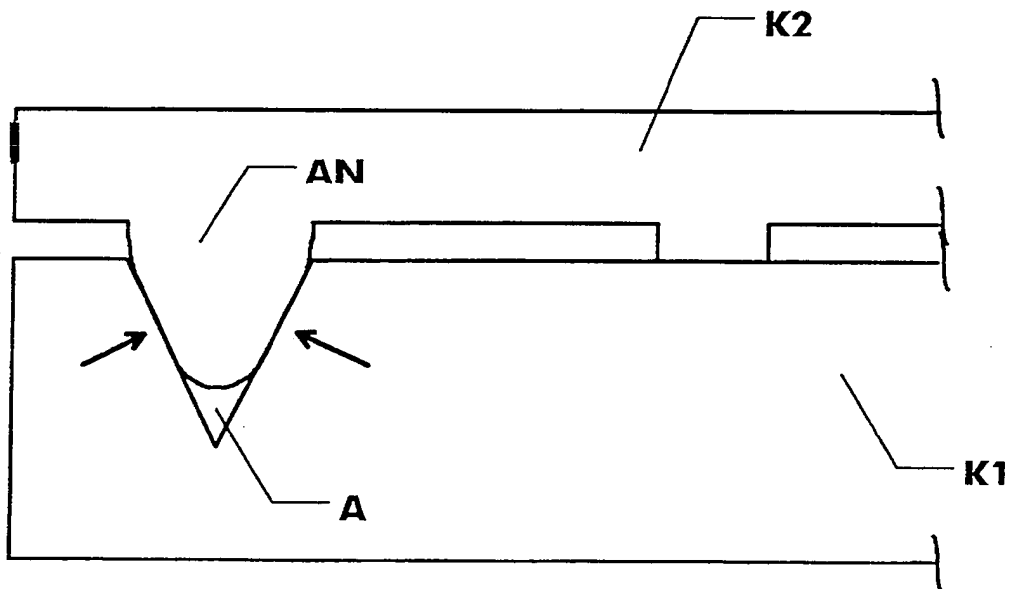


Fig. 10b